

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-293227

(43)Date of publication of application : 11.11.1997

(51)Int.Cl.

G11B 5/66
G11B 5/02
G11B 5/39
G11B 5/85
H01F 10/16

(21)Application number : 08-107678

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 26.04.1996

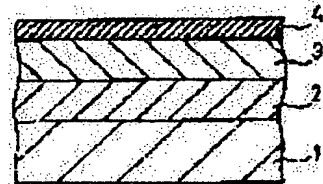
(72)Inventor : OKUYAMA TOMOAKI
SATO KENJI
OKAMOTO IWAO
SHINOHARA MASAKI

(54) MAGNETIC RECORDING MEDIUM AND MAGNETIC DISK DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable high speed recording with high coercive force, to reduce noise and to improve S/N ratio in a magnetic recording medium.

SOLUTION: In the magnetic recording medium constructed by containing a non-magnetic supporting body 1 and a magnetic recording film 3 composed of a magnetic metallic material, which is formed through a substrate 2 composed of a non-magnetic metallic material on the supporting body 1, the substrate 2 is constituted of a metallic material consisting essentially of chromium or chromium and molybdenum and the magnetic recording film 3 is constituted of a metallic material consisting essentially of at least one kind selected from a group composed of cobalt, chromium, tantalum and platinum.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-293227

(43) 公開日 平成9年(1997)11月11日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 5/66			G 1 1 B 5/66	
5/02		9559-5D	5/02	U
5/39			5/39	
5/85			5/85	C
H 0 1 F 10/16			H 0 1 F 10/16	
審査請求 未請求 請求項の数38 O L (全 22 頁)				

(21) 出願番号 特願平8-107678

(22) 出願日 平成8年(1996)4月26日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72) 発明者 奥山 智明

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 佐藤 賢治

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 石田 敬 (外2名)

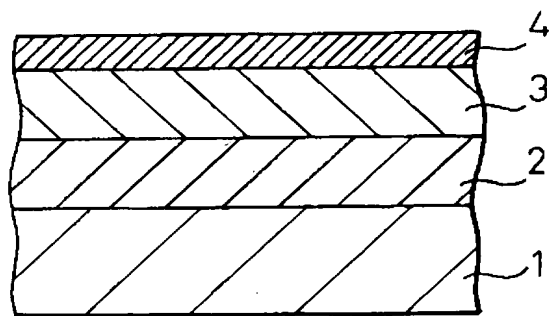
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気記録媒体及び磁気ディスク装置

(57) 【要約】

【課題】 磁気記録媒体に関し、高い保磁力により高密度記録を可能とするとともに、ノイズを低減し、S/N比を向上させることなどを目的とする。

【解決手段】 非磁性支持体と該支持体上に非磁性金属材料からなる下地層を介して形成された磁性金属材料からなる磁気記録膜とを含んでなる磁気記録媒体において、前記下地層を、クロムを主成分とするかもしくはクロムとモリブデンを主成分とする金属材料から構成し、そして前記磁気記録膜を、コバルト、クロム、タンタル及び白金からなる群から選ばれた少なくとも1員を主成分とする金属材料から構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 非磁性支持体と該支持体上に非磁性金属材料からなる下地層を介して形成された磁性金属材料からなる磁気記録膜とを含んでなる磁気記録媒体において、前記下地層が、クロムを主成分とするかしくはクロムとモリブデンを主成分とする金属材料から構成されており、そして前記磁気記録膜が、コバルト、クロム、タンタル及び白金からなる群から選ばれた少なくとも 1 員を主成分とする金属材料から構成されていることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項 2】 前記磁気記録膜が、クロム、タンタル、白金及びコバルトからなる四元系合金から構成されており、その際、前記合金の組成は、

クロム	14～25 at %、
タンタル	1～7.5 at %、
白金	2～20 at %及び
コバルト	残部

であることを特徴とする請求項 1 に記載の磁気記録媒体。

【請求項 3】 前記磁気記録膜が、クロム、タンタル、白金及びコバルトからなる四元系合金から構成されており、その際、前記合金の組成は、

クロム	14～25 at %、
タンタル	1～7.5 at %、
白金	4～15 at %及び
コバルト	残部

であることを特徴とする請求項 1 に記載の磁気記録媒体。

【請求項 4】 前記磁気記録膜が、クロム、タンタル、白金及びコバルトからなる四元系合金から構成されており、その際、前記合金の組成は、

クロム	15.5～23.5 at %、
タンタル	1～7.5 at %、
白金	4～17 at %及び
コバルト	残部

であることを特徴とする請求項 1 に記載の磁気記録媒体。

【請求項 5】 前記磁気記録膜が、クロム、タンタル、白金及びコバルトからなる四元系合金から構成されており、その際、前記合金の組成は、

クロム	16.5～22 at %、
タンタル	1～3 at %、
白金	2～20 at %及び
コバルト	残部

であることを特徴とする請求項 1 に記載の磁気記録媒体。

【請求項 6】 前記磁気記録膜が、200V以上のDC負バイアスの印加下にスパッタ法により成膜されたものであり、120G・ μm 以下のtBr及び30nm以下の膜厚を有しており、そしてその磁気記録膜の下方に位置

する下地層が、30nm以下の膜厚を有していることを特徴とする請求項 2～5 のいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体。

【請求項 7】 前記非磁性支持体がNiPメッキのアルミニウムディスクであり、そして前記磁気記録膜が、スパッタ法で、280～320℃の成膜温度でクロム、タンタル、白金及びコバルトから形成されたものであることを特徴とする請求項 2～6 のいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体。

【請求項 8】 前記非磁性支持体がガラスディスクであり、そして前記磁気記録膜が、スパッタ法で、280～400℃の成膜温度でクロム、タンタル、白金及びコバルトから形成されたものであることを特徴とする請求項 2～6 のいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体。

【請求項 9】 前記非磁性支持体が表面酸化膜を有するシリコンディスクであり、そして前記磁気記録膜が、スパッタ法で、280～1200℃の成膜温度でクロム、タンタル、白金及びコバルトから形成されたものであることを特徴とする請求項 2～6 のいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体。

【請求項 10】 カーボンからなる保護膜をさらに有することを特徴とする請求項 2～9 のいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体。

【請求項 11】 前記支持体とその上方の前記下地層との中間に、チタンを主成分とする金属材料からなる追加の下地層が介在せしめられていることを特徴とする請求項 2～10 のいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体。

【請求項 12】 前記磁気記録膜が、その中間に介在せしめられた非磁性中間膜を介して形成された 2 層もしくはそれ以上の互いに分断された磁性層からなる多層構造膜であることを特徴とする請求項 1 に記載の磁気記録媒体。

【請求項 13】 前記下地層及び前記磁性層が、それぞれ、100～300Vの負バイアスの印加下にスパッタ法により成膜されたものであり、そして前記非磁性中間膜が、印加バイアスの不存在下、スパッタ法により成膜されたものであることを特徴とする請求項 12 に記載の磁気記録媒体。

【請求項 14】 前記下地層及び前記中間膜が、それぞれ、その組成をほぼ同じくすることを特徴とする請求項 12 又は 13 に記載の磁気記録媒体。

【請求項 15】 前記下地層及び前記中間膜が、それぞれ、クロムとモリブデンを主成分とする金属材料から構成されており、そして前記磁気記録膜を構成する前記磁性層が、コバルト、クロム及び白金を主成分とする金属材料から構成されていることを特徴とする請求項 12～14 のいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体。

【請求項 16】 クロムとモリブデンを主成分とする金属材料から構成される前記下地膜において、含まれるモリブデンの含有量が、10～30 at %であることを特

徴とする請求項 15 に記載の磁気記録媒体。

【請求項 17】 コバルト、クロム及び白金を主成分とする金属材料から構成される前記磁性層が、それぞれ、15nm以下の膜厚を有しており、そして前記磁性層の膜厚の合計が25nm以下であることを特徴とする請求項 15 又は 16 に記載の磁気記録媒体。

【請求項 18】 クロムとモリブデンを主成分とする金属材料から構成される前記下地膜が、30nm以下の膜厚を有していることを特徴とする請求項 15～17 のいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体。

【請求項 19】 クロムとモリブデンを主成分とする金属材料から構成される前記中間膜が、1～10nmの膜厚を有していることを特徴とする請求項 15～18 のいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体。

【請求項 20】 前記非磁性支持体がNiPメッキのアルミニウムディスクであり、そして前記磁性層が、それぞれ、スパッタ法で、200～320℃の成膜温度で形成されたものであることを特徴とする請求項 12～19 のいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体。

【請求項 21】 カーボンからなる保護膜をさらに有することを特徴とする請求項 12～20 のいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体。

【請求項 22】 前記支持体とその上方の前記下地層との中間に、チタンを主成分とする金属材料からなる追加の下地層が介在せしめられていることを特徴とする請求項 12～21 のいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体。

【請求項 23】 前記下地層が、10～30at%のモリブデン及び残部のクロムからなる合金から構成されており、そして前記磁気記録膜が、その中間に介在せしめられた非磁性中間膜を介して形成された2層もしくはそれ以上の互いに分断された磁性層からなる多層構造膜であり、その際、前記磁性層が、それぞれ、コバルト及びクロムを主成分として含有しかつ4～10at%の白金ならびに5at%以下の、硼素、タンタル及びニオブからなる群から選ばれる少なくとも1員を追加の成分として含有する金属材料から構成されており、そして前記磁性膜の膜厚の合計が30nm以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の磁気記録媒体。

【請求項 24】 前記下地層及び前記中間膜が、それぞれ、その組成をほぼ同じくし、そして前記中間層の膜厚が1～5nmであることを特徴とする請求項 23 に記載の磁気記録媒体。

【請求項 25】 前記下地層、前記磁性層及び前記中間膜が、それぞれ、100～300Vの負バイアスの印加下にスパッタ法により成膜されたものであることを特徴とする請求項 22 又は 23 に記載の磁気記録媒体。

【請求項 26】 クロムとモリブデンからなる合金から構成される前記下地膜が、30nm以下の膜厚を有していることを特徴とする請求項 23～25 のいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体。

【請求項 27】 前記非磁性支持体がNiPメッキのアルミニウムディスクであり、そして前記磁性層が、それぞれ、スパッタ法で、200～320℃の成膜温度で形成されたものであることを特徴とする請求項 23～26 のいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体。

【請求項 28】 カーボンからなる保護膜をさらに有することを特徴とする請求項 23～27 のいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体。

【請求項 29】 前記支持体とその上方の前記下地層との中間に、チタンを主成分とする金属材料からなる追加の下地層が介在せしめられていることを特徴とする請求項 23～28 のいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体。

【請求項 30】 前記支持体とその上方の前記下地層との中間に、チタンからなる追加の下地層が、前記下地層の(100)面配向性を変化させない膜厚で介在せしめられていることを特徴とする請求項 1 に記載の磁気記録媒体。

【請求項 31】 前記下地層が、10～20at%のモリブデン及び残部のクロムからなる合金から構成されていることを特徴とする請求項 30 に記載の磁気記録媒体。

【請求項 32】 前記チタン下地層の膜厚が1～7nmであることを特徴とする請求項 30 又は 31 に記載の磁気記録媒体。

【請求項 33】 前記磁気記録膜が、コバルト及びクロムを主成分として含有し、白金を追加の成分として含む金属材料から構成されていることを特徴とする請求項 30～32 のいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体。

【請求項 34】 前記磁気記録膜が、前記コバルト、クロム及び白金に加えて、タンタル及びニオブの少なくとも一方をさらに含むことを特徴とする請求項 33 に記載の磁気記録媒体。

【請求項 35】 前記磁気記録膜が、磁気抵抗効果型ヘッドを用いて記録の再生を行うためのものであり、そして120G・μm以下のtBrを有していることを特徴とする請求項 33 又は 34 に記載の磁気記録媒体。

【請求項 36】 カーボンからなる保護膜をさらに有することを特徴とする請求項 30～35 のいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体。

【請求項 37】 磁気記録媒体において情報の記録を行うための記録ヘッド部及び情報の再生を行うための再生ヘッド部を備えた磁気ディスク装置であって、前記磁気記録媒体が請求項 1～36 のいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体であり、そして前記再生ヘッド部が磁気抵抗効果型ヘッドを備えていることを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項 38】 前記磁気抵抗効果型ヘッドが、AMRヘッド又はGMRヘッドであることを特徴とする請求項 37 に記載の磁気ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は磁気記録媒体に関し、さらに詳しく述べると、高い保磁力により高密度記録を可能とするとともに、ノイズを低減し、S/N比を向上させた磁気記録媒体に関する。本発明の磁気記録媒体は、また、低ノイズを維持したまま再生出力を向上させることによりS/N比を向上させた磁気記録媒体にも関する。本発明の磁気記録媒体は、さらに、基板上に下地層としてCrMo膜を直接に形成した場合にもCrMo結晶粒の成長が基板の表面状態の影響を受けることがなく、従って、その下地結晶の(100)面配向性が変化せしめられないような磁気記録媒体にも関する。本発明はまた、上記したような磁気記録媒体を使用した、情報の記録及び再生を行うための磁気ディスク装置に関する。

【0002】

【従来の技術】情報処理技術の発達に伴い、コンピュータの外部記憶装置に用いられる磁気ディスク装置に対して高密度化の要求が高まっている。具体的には、かかる磁気ディスク装置の再生ヘッド部において、従来の巻線型のインダクティブ薄膜磁気ヘッドに代えて、磁界の強さに応じて電気抵抗が変化する磁気抵抗素子を使用した磁気抵抗効果型ヘッド、すなわち、MR (magnetoresistive) ヘッドを使用することが提案されている。MRヘッドは、磁性体の電気抵抗が外部磁界により変化する磁気抵抗効果を記録媒体上の信号の再生に応用したもので、従来のインダクティブ薄膜磁気ヘッドに較べて数倍も大きな再生出力幅が得られること、インダクタンスが小さいこと、大きなS/N比が期待できること、などを特徴としている。また、このMRヘッドとともに、異方性磁気抵抗効果を利用したAMR (anisotropic magnetoresistive) ヘッド、巨大磁気抵抗効果を利用したGMR (giant magnetoresistive) ヘッド、そしてその実用タイプであるスピンバルブGMRヘッドの使用も提案されている。

【0003】さらに、高密度記録の要求を満たすために、磁気ディスク装置において用いられるべき磁気記録媒体においても、上記したMRヘッド、AMRヘッドあるいはGMRヘッド(スピンバルブヘッドを含む)に対応可能な特性の向上が求められている。磁気記録媒体では、特に、 tBr (磁気記録膜の膜厚 t と残留磁化密度 Br の積)が低く、低ノイズであり、そして保磁力 H_c が高いことが求められている。このような要求を満足させるため、従来の技術、例えば特開平1-256017号公報では、非磁性基板上にクロム層(膜厚=100nm)を形成して下地膜となし、このクロム層の上にCoCrTa系の低ノイズ、CoCrPt系の高保磁力を兼ね具えたCoCrTaPt系の四元合金よりなる磁性層(膜厚=60nm)を形成したことを特徴とする磁気記録

媒体が開示されている。成膜のためのスパッタ条件は、基板加熱200℃、Arガス圧5mTorrである。この発明に従うと、高価なPtの含有量を少なくした上で、約17000eの高保磁力を実現でき、また、磁気記録媒体として十分な飽和磁化も併せて達成することができる。

【0004】また、米国特許第5,004,652号明細書(特開平4-228105号公報)では、非磁性基板上にクロム層(膜厚=約30~300nm)及びCoCrPtTaの四元系合金よりなる磁性層(膜厚=約20~100nm)を順次スパッタにより形成したことを特徴とする磁気記録媒体が開示されている。成膜のためのスパッタ条件は、Arガス圧5~20mTorrである。この発明に従うと、約18000eを上回る高い保磁力や、高い分解能、出力及びループ角形比ならびに低いビットシフト値を得ることができる。

【0005】さらに、特開平5-72016号公報では、基板上に磁性金属薄膜をスパッタリングによって成膜する磁気記録媒体の製造法が開示されている。この製造法は、ターゲットの外周部近傍に中間電極を設け、その中間電極を成膜装置本体の接地部に対して+50~+500Vの正の電位に印加し、かつ、基板側に-50~-500Vの負のバイアス電圧を印加した状態で、コバルトを主成分とする磁性金属薄膜を形成することを特徴としている。得られる磁気記録媒体は、非磁性基板と、その上方にクロム層(膜厚=200nm)を介して形成されたCoCrTaの三元系合金よりなる磁性層($tBr=400G \cdot \mu m$)とから構成されている。この発明に従うと、磁性金属薄膜の結晶配向、結晶粒径、内部応力などの膜構造が変化するので、高い保磁力を実現することができる。

【0006】以上に参照して説明した従来の技術では、磁気記録媒体の保磁力を高めるのに有効な手段が教示されているけれども、本発明で同時に達成しようとしているノイズの低下については、全く考慮されていない。高保磁力及び低ノイズの両特性を同時に満足させる磁気記録媒体は、特開平7-50008号公報において教示されている。すなわち、この公報に教示されている磁気記録媒体は、非磁性基体層上に、クロム又はクロム合金からなる非磁性金属下地層(膜厚=10~300nm)を介して、Co、Cr、Pt、そしてNb、Hf、W、Ti及びTaからなる群から選ばれた少なくとも1員を含む合金組成の磁性層を形成したことを特徴としている。この発明に従うと、1610~17500eの高い保磁力(実施例1~7)とともに、低ノイズも達成することができる。また、特開平7-50009号公報では、CoCrPt合金からなる単層磁性膜の下地層として、Cr95~60at%とMo、Wのうちの1種以上5~40at%とからなる合金組成を有する薄膜媒体を使用したことを特徴とする磁気記録媒体が開示されている。この

磁気記録媒体でも、高い保磁力とともに、低ノイズも達成することができる。具体的には、下地層として28at%のMoを含有するCr層を使用することにより、Cr単独からなる下地層に較べて10%ほどノイズの低減を図ることができる。しかしながら、これらの公報に教示されている技術は、tBrが270G・μm以上の技術であるので、今後においてさらに高レベルが要求されることが予想される高密度化には不十分である。

【0007】ところで、特開平6-309647号公報には、ガラス基板上にプリコート膜が形成され、このプリコート膜の上にCrからなる下地膜及びCo-Cr-Ta-Ptの四元合金からなる磁性膜が順に形成されている磁気記録媒体が開示されている。この磁気記録媒体は、プリコート膜、下地膜及び磁性膜の成膜条件等を操作することにより、成長するCr結晶及びCo結晶の格子面とガラス基板面との相対位置を調整し、保磁力の向上を図るものである。特に、プリコート膜を少なくともV、Mo、NiPのうちの1種を含む材料によって成膜することなどにより、Cr(110)面の格子面をガラス基板面に平行に優先配向させ、高密度記録を可能とすることができる。しかし、この公報に記載の技術も、磁気記録媒体の保磁力の向上に向けられているだけで、ノイズの低下については少しも言及していない。

【0008】従来の磁気記録媒体をさらに見ていくと、上記したように、十分な保磁力と適度な残留磁化値を得るため、磁気記録膜の下に位置する下地膜の組成を選ぶことに加えて、ノイズレベルを下げるため、磁性粒径を小さくすることの必要性から、磁気記録膜を多層化することが行われている。例えば、特開平6-44548号公報では、非磁性基板、非磁性基板上に設けられた複数の磁性層及びこれらの磁性層の間に配置された非磁性中間層を有する磁気記録媒体であって、それぞれの磁性層の膜厚を異なるものとし、かつそれぞれの残留磁化と膜厚の積が実質的に等しくなるようにしたことを特徴とする磁気記録媒体が開示されている。この磁気記録媒体では、磁性層を分断する中間層や磁性層の下に位置する下地層に、Cr、Mo、W、Ta、Nbを主成分とし、Ti、Si、Fe、V、Ge、Cu、Pt、Rh、Ru、Reを添加した合金を用いて、磁性層の配向性や結晶粒径の制御を行い、磁気記録媒体の性能の向上を図っている。適当な下地層としては、5at%のMoを含有するCr層などが例示されている。

【0009】本発明者らは、特に磁気記録媒体の下地層としてCrMoを使用した場合に好ましい結果が得られていることに着目し、この特開平6-44548号公報や上記した特開平7-50009号公報に記載の磁気記録媒体について、下地層としてCrMoを使用した場合の、記載のCrMoの組成領域及び成膜条件での静磁気特性及び電磁変換特性を調査した。その結果、かかる磁気記録媒体では、現在必要とされている記録密度(1G

b/in²以上)では十分に満足し得る特性が得られなくなっていること、すなわち、低ノイズを維持したまま今まで以上に再生出力の高い記録媒体が必要となってきたこと、が判明した。なお、かかる必要性を満足させることは、先に引用した特開平1-256017号公報に記載のCoCrTaPt系の四元合金よりなる磁性層を具えた磁気記録媒体でも不十分である。

【0010】さらに、磁気記録媒体では、その再生波形のパルス幅をPw50とすると、媒体の磁気特性である保磁力Hc、残留磁化Mr、磁性層の膜厚tとの間に、次のような関係が存在することが知られている。

$$Pw50 \propto (t \times Mr / Hc)^{1/2}$$

基本的に、再生波形のパルス幅が狭いほど、高記録密度媒体として適している。よって、高密度記録が可能な磁気記録媒体としては、その磁性膜の膜厚ができるかぎり薄くて、しかもできるかぎり高い保磁力を発生するような媒体が望ましい。しかし、通常、磁性膜の膜厚を薄くすることと、その保磁力を高めることは、相反する要求であって、例えば磁性膜の膜厚を20nm以下程度に薄くすると、その保磁力が減少する傾向にある。また、すでに触れたように、高感度のMRヘッドの実用化に伴い、媒体ノイズの低減の要求も高まってきている。媒体ノイズの原因としては、基板表面の粗さ、磁性粒子の粒径の不揃い度、磁性粒子間の磁氣的相互作用による遷移領域の乱れ、その他が考えられる。

【0011】ところで、現在公知の磁気記録媒体のうちで、CoCr合金系磁性層を有する磁気記録媒体では、磁性層を構成する合金中のCrの濃度を変化させたり、Pt等を適量添加することなどによって保磁力の改善を図っている。CoCr合金中のCrの濃度を大きくすることは、磁性粒子の磁氣的な孤立度を高めることにもつながり、媒体ノイズの低減の面でも有効である。

【0012】また、CoCr系面内磁気記録媒体の場合、磁性膜の磁化容易軸(C軸)はできるかぎり面内に配向していることが望ましい。現在の磁気記録媒体では、磁性膜の磁化容易軸(C軸)を面内に配向させる手段として、その磁性膜の直下にCrの下地を形成することを屢々行っている。これは、Cr(100)面上にはCo合金系磁性膜のC軸に平行な面が結晶学的に配向しやすいことに依存している。特に、先にも引用し説明した特開平7-50009号公報では、Cr下地中にMo、Wのうちの1種以上を添加することにより、高保磁力及び低ノイズに加えて、磁性膜の面内配向性を高めている。さらに、特開平7-65348号公報では、基板と構造制御用薄膜(CrMo合金等の下地)の間に、Si、Ge、C、Bのいずれか1種以上の非晶質状薄膜で構成された核生成制御層を介在させることにより、構造制御用薄膜の上に形成されるCo基合金磁性薄膜の結晶粒径や面内配向性の制御性を向上させ、その波及効果として、高保磁力などの磁気特性の改善に有効

な磁氣的に孤立した適正な粒径の磁性膜を得ている。

【0013】以上の磁気記録媒体の問題点を整理すると、高保磁力化等の目的でCoCr合金系磁性層を含めたCo合金系磁性層中にPt等の、原子半径の大きな元素を添加していくと、Co合金の結晶(hcp)格子が拡張していく。その結果、磁気記録媒体において上記のようなCo合金系磁性層の下地としてCrが使用されている場合、磁性層の結晶格子とCr下地のCr結晶格子との整合がとれなくなり、磁化容易軸の面内配向が低下してしまうという問題が生じる。この問題は、しかし、先に引用した特開平7-50009号公報に記載されるように、Cr下地中にMo等の元素を追加的に添加することにより、Crの格子間隔を拡張させることにより改善できる。しかし、Cr中にMoを例えば10~20at%の量で添加すると、Cr結晶の凝固点が低下し、スパッタ法により下地の成膜を行う間に、CrMo分子(原子)が基板上で運動できる距離、すなわち、平均自由行程が、Cr原子の単独の場合に比較して長くなってしまふ。このことにより、CrMo膜を直接に基板上に形成した場合、CrMo粒の成長は基板の表面状態、例えば基板の表面の形状、表面エネルギーの高低など、の局所的なバラツキの影響を受けやすくなり、得られるCrMo粒の粒径のバラツキが大きくなる傾向がある。

【0014】再び磁気ディスク装置に戻ると、従来の磁気ディスク装置では、先にも説明したように、磁気抵抗効果型の再生ヘッド部が用いられ、また、特に図34において断面で示すように、情報の読み出しのための磁気抵抗効果型の再生ヘッド部と情報の記録のための誘導型の記録ヘッド部(薄膜ヘッド)とを組み合わせた複合型の磁気ヘッドが有利に用いられている。

【0015】図34は、従来の複合型の磁気ヘッドを磁気記録媒体層側から見たときの記録ギャップ近傍の積層状態を示す断面図である。図示のセラミック製のヘッド基板101の上方には、アルミナ等からなる非磁性絶縁層101、NiFe等からなる下部シールド層103、そしてアルミナ等からなる非磁性絶縁層104が記載の順序で形成されている。非磁性絶縁層104の上方には再生ヘッド部の磁気抵抗効果素子部105が形成される。この磁気抵抗効果素子部105の上方には、その素子部に対してセンス電流を供給するために、膜厚(通常、約1000~1200Å程度)一定の一对の導体層106が、記録トラック幅に相応する間隔をもって形成されている。さらに、磁気抵抗効果素子部105及び導体層106の上方にはアルミナ等からなる非磁性絶縁層107が形成され、その上方に記録ヘッド部が形成されている。すなわち、NiFe等からなる下部磁極(上部シールド層)108、コイル(この図では現れない)、アルミナ等からなる非磁性絶縁層109、そしてNiFe等からなる上部磁極110が記載の順序で形成されている。最後に、記録ヘッド部の表面を覆うために、上部

磁極110の外側にアルミナ等からなる保護層111が形成されている。

【0016】しかし、上記したような構成の磁気ヘッドでは、間隔をあけて併設した導体層106の存在に起因して、導体層106の形成後にその上方において成膜される膜が波形を呈するようになる。特に、導体層106に近い下部磁極(上部シールド層)108の湾曲が大きくなる。磁極108及び110が湾曲すると、磁気記録媒体の対向する記録ギャップの形状も湾曲し、磁気記録媒体上の記録ギャップ端部での記録形状(磁気パターン)がかなり歪んだものとなる。このため、情報の記録時における磁気ヘッドのトラック上の位置と読み出し時における磁気ヘッドのトラック上の位置との間にずれがあると、再生ヘッド部では、磁気記録媒体上の記録ギャップ端部での記録情報をも読み出すことになり、磁気ディスク装置は正確に情報を読み出すことができなくなる。すなわち、従来のこの種の磁気ヘッドでは、オフトラック量が小さいにもかかわらず、読み出しの誤差が生じるという問題があった。

【0017】上記の問題を解決するために導体層106を薄く形成することが考えられるけれども、導体層106の膜厚を薄くすると、その層の抵抗が大きくなって、ここでの電圧降下が大きくなり、磁気抵抗素子部の抵抗変化を高感度で検出することが困難になる。この結果、S/N比が悪くなるという新たな問題が発生する。また、導体層106での発熱により、ノイズが生じるという新たな問題も発生する。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、上記したような従来の技術のいろいろな問題点を解決することにある。本発明の第1の目的は、したがって、高い保磁力とノイズの低下という2つの大きな目標を同時に達成することのできる改良された磁気記録媒体を提供することにある。

【0019】本発明の第2の目的は、高い再生出力に結びつく高い保磁力を有し、しかもノイズの低下ももたらすことのできる磁気記録媒体、そして、低ノイズを維持したまま再生出力を向上させることによりS/N比を向上させることのできる磁気記録媒体を提供することにある。また、本発明の第3の目的は、基板上にCrMo膜を直接に形成した場合にもCrMo粒の成長が基板の表面状態の影響を受けることがなく、従って、その下地結晶の(100)面配向性が変化せしめられないような磁気記録媒体を提供することにある。

【0020】さらに、本発明の第4の目的は、上記したような本発明による磁気記録媒体を使用した磁気ディスク装置を提供することにある。本発明のその他の目的は、以下の詳細な説明から容易に理解することができるであろう。

【0021】

【課題を解決するための手段】上記したような目的は、本発明によれば、非磁性支持体と該支持体上に非磁性金属材料からなる下地層を介して形成された磁性金属材料からなる磁気記録膜とを含んでなる磁気記録媒体において、前記下地層が、クロムを主成分とするかしくはクロムとモリブデンを主成分とする金属材料から構成されており、そして前記磁気記録膜が、コバルト、クロム、タンタル及び白金からなる群から選ばれた少なくとも1員を主成分とする金属材料から構成されていることを特徴とする磁気記録媒体によって達成することができる。

【0022】本発明は、その1つの面において、磁気記録媒体の磁気記録膜が、クロム、タンタル、白金及びコバルトからなる四元系合金から構成されており、その際、前記合金の組成が、下記のいずれか1つの組成：

第1組成：

クロム	14～25at％、
タンタル	1～7.5at％、
白金	2～20at％及び
コバルト	残部

第2組成：

クロム	14～25at％、
タンタル	1～7.5at％、
白金	4～15at％及び
コバルト	残部

第3組成：

クロム	15.5～23.5at％、
タンタル	1～7.5at％、
白金	4～17at％及び
コバルト	残部

第4組成：

クロム	16.5～22at％、
タンタル	1～3at％、
白金	2～20at％及び
コバルト	残部

であることを特徴とする磁気記録媒体にある。

【0023】本発明は、そのもう1つの面において、磁気記録媒体の磁気記録膜が、その中間に介在せしめられた非磁性中間膜を介して形成された2層もしくはそれ以上の互いに分断された磁性層からなる多層構造膜であることを特徴とする磁気記録媒体にある。本発明は、そのもう1つの面において、磁気記録媒体の下地層が、10～30at％のモリブデン及び残部のクロムからなる合金から構成されており、そしてその下地層の上方に形成された磁気記録膜が、その中間に介在せしめられた非磁性中間膜を介して形成された2層もしくはそれ以上の互いに分断された磁性層からなる多層構造膜であり、その際、前記磁性層が、それぞれ、コバルト及びクロムを主成分として含有しかつ4～10at％の白金ならびに5at％以下の、硼素、タンタル及びニオブからなる群から選ばれる少なくとも1員を追加の成分として含有する

金属材料から構成されており、そして前記磁性膜の膜厚の合計が30nm以下であることを特徴とする磁気記録媒体にある。

【0024】本発明は、そのさらにもう1つの面において、磁気記録媒体の支持体とその支持体の上方の下地層との中間に、チタンからなる追加の下地層が、前記下地層の(100)面配向性を変化させない膜厚で介在せしめられていることを特徴とする磁気記録媒体にある。また、本発明は、そのもう1つの面において、磁気記録媒体において情報の記録を行うための記録ヘッド部及び情報の再生を行うための再生ヘッド部を備えた磁気ディスク装置であって、前記磁気記録媒体が、上記しかつ以下において詳細に説明する本発明の磁気記録媒体であり、そして前記再生ヘッド部が磁気抵抗効果型ヘッドを備えていることを特徴とする磁気ディスク装置にある。

【0025】

【発明の実施の形態】本発明による磁気記録媒体は、その構成を図1に断面で示すように、非磁性支持体1と、該支持体上に非磁性金属材料からなる下地層2を介して形成された磁性金属材料からなる磁気記録膜3とを含んで構成されるものであって、以下に説明するように、いろいろな好ましい実施の形態を包含することができる。なお、図1中、磁気記録膜3の上方には、本発明において必要に応じて存在させることのできる保護膜4が形成されている。

【0026】本発明の磁気記録媒体において、基本的に、非磁性支持体上に形成されるべき非磁性の下地層は、クロムを主成分とするかしくはクロムとモリブデンを主成分とする金属材料から構成されるものであり、また、その下地層の上に形成されるべき磁気記録膜は、コバルト、クロム、タンタル及び白金からなる群から選ばれた少なくとも1員を主成分とする金属材料から構成されるものである。1つの面において、本発明の磁気記録媒体は、それに含まれる磁気記録膜が、クロム、タンタル、白金及びコバルトからなる四元系合金から構成されており、その際、前記合金の組成は、下記の組成のいずれかである。

第1組成：

クロム	14～25at％、
タンタル	1～7.5at％、
白金	2～20at％及び
コバルト	残部。

第2組成：

クロム	14～25at％、
タンタル	1～7.5at％、
白金	4～15at％及び
コバルト	残部。

第3組成：

クロム	15.5～23.5at％、
タンタル	1～7.5at％、

白金 4～17at%及び
 コバルト 残部。
 第4組成：
 クロム 16.5～22at%、
 タンタル 1～3at%、
 白金 2～20at%及び
 コバルト 残部。

【0027】本発明の磁気記録媒体において、上記したような四元系合金から構成される磁気記録膜は、好ましくは、200V以上のDC負バイアスの印加下にスパッタ法により成膜されたものであり、 $120\text{G}\cdot\mu\text{m}$ 以下の tBr （膜厚×残留磁化密度）及び30nm以下の t （膜厚）を有しており、また、その磁気記録膜の下方に位置する下地膜は、好ましくは、30nm以下の膜厚を有している。

【0028】本発明者らは、磁気記録媒体を上記のようにして構成すると、そして特に、以下において説明するように、その磁気記録膜を特定のスパッタ条件下に成膜すると、驚くべきことに、高い S/N 比及び高い保磁力を同時に達成することができるということを見出した。これは、高Cr濃度と適当なTa組成を導入し、そして、記録膜内をCrが移動し易くするために、スパッタ成膜時に強いバイアスと高い基板温度を適用することにより、記録膜内の磁性粒子が磁氣的に分断されて低ノイズとなり、かつ適当なPt組成と成膜条件により、十分な保磁力が得られたためである。ノイズの低減の面からは、合金中のCrの含有量が多いほうが望ましい。しかし、すでに従来の技術の項で説明したように、合金中のCrの含有量が20at%を上回った場合には保磁力が低下し、実用には向かないので、本発明者らは、このような不都合を、合金の組成の調整及び成膜条件の調節を組み合わせることにより解決し、優れた磁気特性を得るに至ったのである。

【0029】さらに詳しく説明すると、本発明の磁気記録媒体において、その基体として用いられる非磁性支持体は、この技術分野において常用のいろいろな支持体材料から構成することができる。適当な支持体材料は、以下に列挙するものに限定されるわけではないけれども、例えば、NiPメッキのアルミニウム（アルミニウム合金を含む）ディスク、ガラス又は強化ガラスディスク、表面酸化膜（例えばシリコン酸化膜）を有するシリコンディスク、SiCディスク、カーボンディスク、プラスチックディスク、セラミックディスクなどを包含する。

【0030】非磁性支持体上の下地層は、この技術分野において常用のものであることができ、特に、クロムを主成分とする金属材料あるいはクロム及びモリブデンを主成分とする金属材料から構成することができる。例えば、磁性層が白金を含有するような場合には、その下地層は、好ましくは、クロム及びモリブデンを主成分とする金属材料から構成することができる。適当な下地層の

材料の例として、例えば、Cr、CrW、CrV、CrTi、CrMoなどを挙げることができる。このような下地層は、好ましくは、例えばマグネトロンスパッタ法などのスパッタ法により、常用の成膜条件により形成することができる。適当な成膜条件として、例えば、約100～300℃の成膜温度、約1～10mTorrのArガス圧力、そして約100～300Vのバイアス電圧を挙げることができる。また、必要に応じて、スパッタ法に代えて、他の成膜法、例えば蒸着法、イオンビームスパッタ法等を使用してもよい。かかる下地層の膜厚は、種々のファクタに応じて広い範囲で変更することができるというものの、好ましくは30nm以下である。下地層の膜厚の下限は、特に限定されないというものの、一般に、2、3nm～10nmの程度である。

【0031】非磁性支持体上に上記下地膜を介して形成される磁気記録膜は、上記したように、CoCrTaPtの四元系合金から構成されるものである。かかる磁気記録膜は、好ましくは、スパッタ法により、特定の成膜条件下で有利に形成することができる。スパッタ法としては、上記した下地層の成膜と同様、例えばマグネトロンスパッタ法などを使用することができる。適当な成膜条件として、例えば、約100～300℃の成膜温度、約1～10mTorrのArガス圧力、そして約100～300Vのバイアス電圧を挙げることができる。また、必要に応じて、スパッタ法に代えて、他の成膜法、例えば蒸着法、イオンビームスパッタ法等を使用してもよい。また、本発明者らの知見によれば、本発明の実施において、選ばれた支持体ごとに、それに最適な成膜条件を選択することができる。例えば、非磁性支持体がNiPメッキのアルミニウムディスクである場合、前記磁気記録膜を、スパッタ法で、280～320℃の成膜温度でクロム、タンタル、白金及びコバルトから有利に形成することができる。また、非磁性支持体がガラスディスクである場合、前記磁気記録膜を、スパッタ法で、280～400℃の成膜温度でクロム、タンタル、白金及びコバルトから有利に形成することができる。さらに、非磁性支持体が表面酸化膜（例えばシリコン酸化膜）を有するシリコンディスクである場合、磁気記録膜を、スパッタ法で、280～1200℃の成膜温度でクロム、タンタル、白金及びコバルトから有利に形成することができる。

【0032】さらに詳しく説明すると、本発明の磁気記録媒体において、それに含まれる磁気記録膜は、単一の膜からなっているように、あるいは、以下において詳しく説明するように、必要に応じて、2層もしくはそれ以上の互いに分断された磁性層からなる多層構造膜であることができる。すなわち、磁気記録膜は、必要に応じて、多層構造の形をとることができ、その際、それぞれの磁性層は、その中間に介在せしめられた非磁性中間膜を介して分断可能である。適当な非磁性中間膜として

は、例えば、以下に記載するように、CrMo層などを挙げることができる。

【0033】また、本発明の磁気記録媒体は、必要に応じて、その最上層として、そして、通常、上記した磁気記録膜の上方に、この技術分野において屢々採用されているように、保護膜をさらに有していてもよい。適当な保護膜としては、例えば、カーボンの単独もしくはその化合物からなる層、例えばC層、WC層、SiC層、B₄C層、水素含有C層などを挙げることができる。特に、本発明の実施に当たっては、カーボンからなる保護膜を有利に使用することができる。このような保護膜は、常法に従って、例えば、スパッタ法、蒸着法などによって形成することができる。かかる保護膜の膜厚は、種々のファクタに応じて広い範囲で変更することができるというものの、好ましくは、約5～15nmである。

【0034】さらに、本発明の磁気記録媒体は、必要に応じて、その非磁性支持体とその上方の前記下地層との中間に、チタンを主成分とする金属材料からなる追加の下地層、好ましくはTi薄膜を有していてもよい。この追加の下地層の詳細に関しては、以下に記載するところの、本発明の磁気記録媒体の別の態様において説明する。

【0035】本発明の磁気記録媒体は、上記したような必須の層及び任意に使用可能な層に加えて、この技術分野において常用の追加の層を有していたり、さもなければ、含まれる層に任意の化学処理等が施されていてもよい。例えば、上記した保護膜の上に、フルオロカーボン樹脂系の潤滑層が形成されていたり、さもなければ、同様な処理が施されていてもよい。

【0036】もう1つの面において、本発明の磁気記録媒体は、それに含まれる磁気記録膜が、上記したように、コバルト、クロム、タンタル及び白金からなる群から選ばれた少なくとも1員を主成分とする金属材料、例えば上記したようなクロム、タンタル、白金及びコバルトからなる四元系合金から構成されるものであり、そしてその磁気記録膜が、その中間に介在せしめられた非磁性中間膜を介して形成された2層もしくはそれ以上の互いに分断された磁性層からなる多層構造膜であることを特徴としている。このような磁気記録媒体の構成は、図1の媒体の変形例を示す図2により説明することができる。すなわち、図示の例では、図1の磁気記録膜3がその中間に介在せしめられた非磁性中間膜5により2つの磁性層3a及び3bに分断されている。好ましくは、前記磁気記録膜を構成する最下層の磁性層の下地を構成する下地層及びそれぞれの磁性層は、それぞれ、100～300Vの負バイアスの印加下にスパッタ法により成膜されたものであり、そして前記非磁性中間膜は、印加バイアスの不存在下、スパッタ法により成膜されたものである。

【0037】本発明の磁気記録媒体を使用すると、驚くべきことに、低ノイズを維持したままで再生出力を向上させ、よってS/N比を向上させることができる。これは、従来の技術の項で説明したように、本発明者らが、特開平6-44548号公報、特開平7-50009号公報、そして特開平1-256017号公報に記載の技術を精査した結果として導かれたものである。すなわち、Ptを含むCo系磁性膜、特に特開平1-256017号公報に記載のCoCrPtTa系材料に適用する下地層としてCrMo合金の組成検討を行ったところ、特開平6-44548号公報に記載の従来組成(Mo=5at%)に比較して、Mo含有量が10at%以上のほうが、静磁気特性及び電磁変換特性の面で優れているという知見を得た。また、特開平7-50009号公報では、磁性膜にはCoCr₁₃Pt₁₂(添字の数字はat%を意味する；以下同様)単層膜を用いており、CrMo下地層の組成の最適化だけでは十分な電磁変換特性を得ることは難しく、磁性膜の多層化が必要であることが判った。

【0038】本発明の磁気記録媒体の磁性膜は、それを非磁性中間膜にて複数の磁性層に分断するとともに、磁性層の組成や成膜方法、成膜条件を変更することにより、残留磁化を制御することができる。特に、成膜方法としてマグネトロンスパッタ法を用いた場合の成膜条件は、成膜温度が200℃以上、印加バイアスが100～300V程度であるのが好ましい。

【0039】本発明の磁気記録媒体において、その非磁性下地層は、好ましくは、CrMo合金から構成することができる。CrMo合金中のMoの添加量を変更することによって、CrMoの格子面間隔を変化させることができる。磁性膜の組成、特にそれに含まれるPt量によって変化可能なその磁性膜の格子面間隔に対して、上記した下地層の格子面間隔を近くしてやることにより、磁性膜のCoC軸の面内への優先配向を促すことができる。好ましくは、面間隔を完全に揃えることよりも、下地層の面間隔を1%程度広くし、磁性膜に引っ張り応力が印加されるようにMo添加量を決定することにより、磁気特性や記録密度特性をさらに向上させることができる。また、非磁性下地層の膜厚は、得られるS/N比を向上させるため、1～25nmであるのが好ましい。下地膜の成膜は、磁性膜と同様に行うことができ、バイアスも同様にして印加することが好ましい。

【0040】磁性膜を分断して複数の磁性層を形成するための非磁性中間層は、上記した非磁性下地層と同様、好ましくは、CrMo合金から構成することができる。非磁性中間層は、非磁性下地層と必ずしも同一組成であることは必要ないけれども、その上下に位置する磁性層と格子面間隔を等しくするため、下地層とほぼ同一の組成あるいはそれに近い組成であることが望ましい。また、非磁性中間層の膜厚は、得られるS/N比を向上さ

せるため、5nm以下であるのが好ましい。中間層の成膜も、磁性膜と同様にして行うことができ、しかし、下地として存在する磁性層の磁気特性を劣化させないため、バイアスを印加しないで行うことが好ましい。

【0041】磁気記録膜が多層構造を有する本発明の磁気記録媒体は、すでに上記した態様を含めて、次のような好ましい態様を包含する。

1. 含まれる下地層及び中間膜が、それぞれ、その組成をほぼ同じくする磁気記録媒体。

2. 含まれる下地層及び前記中間膜が、それぞれ、クロムとモリブデンを主成分とする金属材料から構成されており、そして前記磁気記録膜を構成する前記磁性層が、コバルト、クロム及び白金を主成分とする金属材料から構成されている磁気記録媒体。

【0042】3. クロムとモリブデンを主成分とする金属材料から構成される前記下地膜において、含まれるモリブデンの含有量が、10～30at%である磁気記録媒体。

4. コバルト、クロム及び白金を主成分とする金属材料から構成される前記磁性層が、それぞれ、15nm以下の膜厚を有しており、そして前記磁性層の膜厚の合計が25nm以下である磁気記録媒体。

【0043】5. クロムとモリブデンを主成分とする金属材料から構成される前記下地膜が、30nm以下の膜厚を有している磁気記録媒体。

6. クロムとモリブデンを主成分とする金属材料から構成される前記中間膜が、1～10nmの膜厚を有している磁気記録媒体。

7. 媒体の非磁性支持体がNiPメッキのアルミニウムディスクであり、そして前記磁性層が、それぞれ、スパッタ法で、200～320℃の成膜温度で形成されたもの磁気記録媒体。

【0044】本発明の磁気記録媒体において、非磁性支持体、非磁性下地層、磁気記録膜（磁性層）などは、それぞれ、特に断らない限り、すでに一般的に説明したようにして構成しかつすでに説明した手法及び条件に従って成膜することができる。また、必要に応じて、カーボンあるいはその他の材料からなる保護膜を有したり、支持体とその上方の下地層との中間に、チタンを主成分とする金属材料からなる追加の下地層を有したりすることも、同様に可能である。

【0045】本発明による磁気記録媒体を使用すると、高いS/N比と高い保磁力が同時に得られる。これは、CrMo下地層のMo濃度を高めて格子面間隔を変え、磁性膜の格子面間隔に近くしたことにより、磁性膜の配向性がよくなったことと、CrMo中間膜で磁性膜を分断してやることにより結晶粒径が微細になり、ノイズが低減したためである。

【0046】本発明者らは、さらに、上記したような磁気記録媒体の発明に関連して、非磁性支持体と、該支持

体上に非磁性下地層を介して形成された磁性金属材料からなる磁気記録膜とを含んで構成されるものであって、前記下地層が、10～30at%のモリブデン及び残部のクロムからなる合金から構成されており、そして前記磁気記録膜が、その中間に介在せしめられた非磁性中間膜を介して形成された2層もしくはそれ以上の互いに分断された磁性層からなる多層構造膜であり、その際、前記磁性層が、それぞれ、コバルト及びクロムを主成分として含有しかつ4～10at%の白金ならびに5at%以下の、硼素、タンタル及びニオブからなる群から選ばれる少なくとも1員を追加の成分として含有する金属材料から構成されており、そして前記磁性膜の膜厚の合計が30nm以下であることを特徴とする磁気記録媒体を見出した。

【0047】本発明の磁気記録媒体の磁性膜は、その組成や成膜方法、成膜条件を変更することにより、残留磁化を制御することができる。特に、成膜方法としてマグネトロンスパッタ法を用いた場合の成膜条件は、成膜温度が200℃以上、印加バイアスが100～300V程度であるのが好ましい。本発明の磁気記録媒体において、その非磁性下地層は、CrMo合金から構成される。CrMo合金中のMoの添加量を変更することによって、CrMoの格子面間隔を変化させることができる。磁性膜の組成、特にそれに含まれるPt量によって変化可能なその磁性膜の格子面間隔に対して、上記した下地層の格子面間隔を近くしてやることにより、磁性膜のC_oC軸の面内への優先配向を促すことができる。好ましくは、面間隔を完全に揃えることよりも、下地層の面間隔を1%程度広くし、磁性膜に引っ張り応力が印加されるようにMo添加量を決定することにより、磁気特性や記録密度特性をさらに向上させることができる。また、非磁性下地層の膜厚は、得られるS/N比を向上させるため、1～25nmであるのが好ましい。

【0048】磁性膜を分断して複数の磁性層を形成するための非磁性中間層は、上記した非磁性下地層と同様、好ましくは、CrMo合金から構成することができる。非磁性中間層は、非磁性下地層と必ずしも同一組成であることは必要ないけれども、その上下に位置する磁性層と格子面間隔を等しくするため、下地層とほぼ同一の組成あるいはそれに近い組成であることが望ましい。また、非磁性中間層の膜厚は、得られるS/N比を向上させるため、5nm以下であるのが好ましい。

【0049】磁気記録膜が多層構造を有する本発明の磁気記録媒体は、すでに上記した態様を含めて、次のような好ましい態様を包含する。

1. 含まれる下地層及び中間膜が、それぞれ、その組成をほぼ同じくし、そして前記中間層の膜厚が1～5nmである磁気記録媒体。

2. 前記した下地層、磁性層及び中間膜が、それぞれ、100～300Vの負バイアスの印加下にスパッタ法に

より成膜されたものである磁気記録媒体。

【0050】3. CrMo合金から構成される前記下地膜が30nm以下の膜厚を有している磁気記録媒体。

4. 前記非磁性支持体がNiPメッキのアルミニウムディスクであり、そして前記磁性層が、それぞれ、スパッタ法で、200～320℃の成膜温度で形成されたものである磁気記録媒体。

【0051】この本発明の磁気記録媒体においても、非磁性支持体、非磁性下地層、磁気記録膜（磁性層）などは、それぞれ、特に断らない限り、すでに一般的に説明したようにして構成しかつすでに説明した手法及び条件に従って成膜することができる。また、必要に応じて、カーボンあるいはその他の材料からなる保護膜を有したり、支持体とその上方の下地層との中間に、チタンを主成分とする金属材料からなる追加の下地層を有したりすることも、同様に可能である。

【0052】本発明による磁気記録媒体を使用すると、高いS/N比と高い保磁力が同時に得られる。これは、CrMo下地層のMo濃度を高めて格子面間隔を変え、磁性膜の格子面間隔に近くしたことにより、磁性膜の配向性がよくなったことと、CrMo中間膜で磁性膜を分断してやることにより結晶粒径が微細になり、ノイズが低減したためである。

【0053】さらにもう1つの面において、本発明の磁気記録媒体は、非磁性支持体とその支持体の上方に形成された非磁性金属材料からなる前記下地層との中間に、チタンからなる追加の下地層（Ti薄膜層）が、前記下地層の（100）面配向性を变化させない膜厚で介在せしめられていることを特徴としている。すなわち、このような追加の下地層を有する磁気記録媒体は、図3及び図4（それぞれ、図1及び図2に対応する）に示されるように、非磁性支持体1とその支持体の上方に形成された非磁性金属材料からなる下地層2との中間に、追加の下地層（Ti薄膜層）6を有している。このように支持体とその上方の下地層との間に、下地結晶の（100）面配向性を変更させない程度の厚さのTi薄膜層を形成し、支持体の表面状態を一樣にすることにより、下地結晶の粒径のバラツキを小さく抑えることができる。本発明のこの態様は、したがって、下地結晶の粒径のバラツキが大きいCrMo合金からなる下地層を有する磁気記録媒体において顕著な効果を奏するであろう。なお、先に引用し説明したように、特開平7-65348号公報には、基板と構造制御用薄膜（CrMo合金等の下地）の中間に、Si、Ge、C、Bのいずれか1種以上の非晶質状薄膜で構成された核生成制御層を介在させることを教示しているけれども、さらに詳しく説明するまでもなく、この公報に記載の技術は、Ti薄膜層の使用を教示していないばかりでなく、核生成制御層と本発明のTi薄膜層とは作用の面で明確に区別されるものである。ちなみに、Ti薄膜層は、半導体薄膜であるSi薄膜、

Ge薄膜等に比較して優れた密着性を保証することができる。

【0054】非磁性支持体と非磁性下地層との中間にTi薄膜層を追加の下地層として有する本発明の磁気記録媒体は、次のような好ましい態様を包含する。

1. 非磁性下地層が、10～20at%のモリブデン及び残部のクロムからなる合金から構成されている磁気記録媒体。

2. 前記Ti薄膜層の膜厚が1～7nmであること磁気記録媒体。

【0055】3. 非磁性下地層の上方の磁気記録膜が、コバルト及びクロムを主成分として含有し、白金を追加の成分として含む金属材料から構成されている磁気記録媒体。

4. 上記磁気記録膜が、上記コバルト、クロム及び白金に加えて、タンタル及びニオブの少なくとも一方をさらに含む磁気記録媒体。

【0056】5. 非磁性下地層の上方の磁気記録膜が、磁気抵抗効果型ヘッドを用いて記録の再生を行うためのものであり、そして120G・μm以下のtBrを有している磁気記録媒体。この本発明の磁気記録媒体においても、非磁性支持体、非磁性下地層、磁気記録膜などは、それぞれ、特に断らない限り、すでに一般的に説明したようにして構成しかつすでに説明した手法及び条件に従って成膜することができる。また、必要に応じて、上記したように、磁気記録膜を非磁性中間膜で分断して、2層もしくはそれ以上の多層構造磁性層から構成してもよい。

【0057】さらにまた、本発明は、そのもう1つの面において、上記しかつ以下に詳細に説明する本発明の磁気記録媒体を使用した磁気ディスク装置にある。本発明の磁気ディスク装置において、その構造は特に限定されないというものの、基本的に、磁気記録媒体において情報の記録を行うための記録ヘッド部及び情報の再生を行うための再生ヘッド部を備えている装置を包含する。特に、再生ヘッド部は、以下に説明するように、磁界の強さに応じて電気抵抗が変化する磁気抵抗素子を使用した磁気抵抗効果型ヘッド、すなわち、MR（magnetoresistive）ヘッドを備えていることが好ましい。

【0058】本発明の磁気ディスク装置において、好ましくは、磁気抵抗効果素子及び該磁気抵抗効果素子にセンス電流を供給する導体層を有し、磁気記録媒体からの情報の読み出しを行う磁気抵抗効果型の再生ヘッド部と、薄膜で形成された一対の磁極を有し、磁気記録媒体への情報の記録を行う誘導型の記録ヘッド部とが積層されてなる複合型の磁気ヘッドを使用することができる。磁気抵抗効果型の再生ヘッドは、この技術分野において公知のいろいろな構造を有することができ、そして、好ましくは、異方性磁気抵抗効果を利用したAMR（an

isotropic magnetoresistive) ヘッド又は巨大磁気抵抗効果を利用したGMR (giant magnetoresistive) ヘッド (スピンバルブGMRヘッド等を含む) を包含する。再生ヘッド部の導体層は、いろいろな構成を有することができるけれども、好ましくは、

1. 導体層の膜厚に関して、磁気抵抗効果素子の近傍部分を比較的薄く形成し、その他の部分を厚く形成したもの、
 2. 導体層の膜厚及び幅員に関して、磁気抵抗効果素子の近傍部分のそれを比較的薄くかつ細く形成し、その他の部分を厚くかつ幅広に形成したもの、を包含する。
- 導体層の膜厚及び必要に応じて幅員を上記のように調整することは、いろいろな手法に従って行うことができるものの、特に、導体層の多層化によって膜厚の増加を図ることによりこれを達成することが推奨される。

【0059】特に上記したような構成の磁気ディスク装置を使用すると、先に図34を参照して説明した従来の複合型の磁気ヘッドと比較して、記録ヘッド部の磁極の湾曲を小さくするとともに導体層の抵抗を下げ、オフトラックが小さい範囲であれば、精確にかつ高感度で情報を読み出すことができる。本発明の磁気ディスク装置は、好ましくは、その記録ヘッド部及び再生ヘッド部を図27及び図28に示すような積層構造とすることができる。図27は、本発明の磁気ディスク装置の原理図で、また、図28は、図27の線分B-Bにそった断面図である。

【0060】図27及び図28において、11は磁気記録媒体への情報の記録を行う誘導型の記録ヘッド部、12は情報の読み出しを行う磁気抵抗効果型の再生ヘッド部である。記録ヘッド部11は、NiFe等からなる下部磁極(上部シールド層)13と、一定間隔をもって下部磁極13と対向したNiFe等からなる上部磁極14と、これら磁極13、14を励磁し、記録ギャップ部分にて、磁気記録媒体に情報の記録を行わせるコイル15等から構成される。

【0061】再生ヘッド部12は、好ましくはAMRヘッドやGMRヘッド等でもって構成されるものであり、その磁気抵抗効果素子部12A上には、磁気抵抗効果素子部12Aにセンス電流を供給するための一対の導体層16が記録トラック幅に相応する間隔をもって設けられている。ここで、導体層16の膜厚は、磁気抵抗効果素子部12Aの近傍部分16Aが薄く形成され、他の部分16Bは厚く形成されている。

【0062】図27及び図28の構成では、導体層16の膜厚が、磁気抵抗効果素子部12Aの近傍部分16Aで薄くなっているため、下部磁極(上部シールド層)13等の湾曲が小さくなっている。このため、磁気記録媒体に対向する記録ギャップの形状もあまり湾曲せず、情報の記録時における磁気ヘッドのトラック上の位置と読

み出し時における磁気ヘッドのトラック上の位置に多少ずれがあっても、磁気ディスク装置は正確に情報を読み出すことができ、オフトラック量が小さいにもかかわらず読み出しの誤差が生じるという事態を避けることができる。

【0063】一方、導体層16の膜厚が、磁気抵抗効果素子部12Aの近傍以外の部分16Bでは厚く形成されているため、導体層16の抵抗を全体として小さくすることもでき、その結果、磁気抵抗素子部12Aの抵抗変化を高感度で検出することが可能になり、S/N比が向上する。又、導体層16での発熱も避けることができ、発熱に起因したノイズの発生も防げる。

【0064】

【実施例】以下、本発明をその典型的な実施例に関して詳細に説明する。しかし、本発明は、これらの実施例によって限定されるものではないことを理解されたい。

例1

良く洗浄された表面が十分平滑なNiP/Alディスク基板に、DCマグネトロンスパッタ装置により、Cr下地膜、CoCrTaPt記録膜、C保護膜を順次積層した。この場合、下地膜の成膜前にスパッタ室内を 3×10^{-7} Torr以下に排気し、基板温度を280℃に加熱し、Arガスを導入してスパッタ室内を5mTorrに保持し、バイアスを-400V印加しながら、下地膜としてCrを10nm厚に成膜した。その上にCoCrTaPt膜のBr_tを100Gumに成膜した。CoCrTaPt記録膜の組成変化は、CoCrターゲットにTaならびにPtチップを配置した複合ターゲットを用いることによって行い、記録膜組成と磁気特性との関係を調査した。組成分析にはEDX、磁気測定にはVSMを用いた。CoCrターゲットには、Co₈₄Cr₁₆、Co₈₂Cr₁₈、Co₇₈Cr₂₂、Co₇₆Cr₂₄(at%)を用いた。この結果を図5～図7に示す。これらの図から、保磁力はTa組成が2～5at%付近でピークを持ち、これ以上添加すると急激に減少する。Ptに対しては、Taほど大きくは変化しないが、10at%付近でピークになる。Crに対しては、20at%弱でピークを持ち、それ以上の濃度では減少するが、Cr21at%でもPt4at%、Ta2at%では、2000Oe以上の保磁力を有している。

【0065】また、図8から、CoCr膜の飽和磁化のCr組成依存性から、同じ組成でもバルクにくらべ薄膜の方が飽和磁化が大きいことがわかる。これは、Crの結晶粒界への偏析が進み、Coとの結合濃度が低下したためである。この効果は、印加バイアスを強くするほど大きくなるため、バイアス印加が低ノイズに効果的であることがわかる。

例2

良く洗浄された表面が十分平滑なNiP/Alディスク基板に、DCマグネトロンスパッタ装置により、Cr下

地膜、CoCrTaPt記録膜、C保護膜を順次積層した。この場合、下地膜の成膜前にスパッタ室内を 3×10^{-7} Torr以下に排気し、基板温度を $200 \sim 320^\circ\text{C}$ に加熱し、Arガスを導入してスパッタ室内を5mTorrに保持した。下地膜としてCrを $10 \sim 40\text{nm}$ 厚に成膜した後に記録膜(Co77Cr15Pt4Ta4)のBrtが 120Gum になるように成膜した。記録膜の成膜時には $0 \sim 400\text{V}$ のDCバイアス電圧を印加した。さらに保護膜にCを用い、上記記録膜上に 15nm 厚に成膜した。

【0066】このようにして成膜した媒体の媒体ノイズのバイアス電圧依存性を図9に示す。同図から、バイアスを印加するほど媒体S/Nが高くなることがわかる。これは、高バイアスでは磁性粒界に偏析するCrが多くなり、磁性粒と他の磁性粒が磁氣的に良く分断され、媒体ノイズが減ったためである。図10に媒体S/Nの下地Cr厚依存性を示す。本発明で用いた成膜装置では下地Cr厚は 30nm 以下が適当であることがわかった。また、本発明で用いたMRヘッドではBrtは 120Gum が最適値であった。

【0067】MRヘッドと上記 $95\text{mm}\phi$ の磁気ディスクを4枚用いて面記録密度 400Mb/in^2 、装置容量で 1.5GB 以上の記憶容量を有する磁気ディスク装置を作成した。従来の記録媒体を用いた装置に比べスペーシングを高くできるので、耐摺動信頼性を向上できる。また、従来と同等のスペーシングで用いる場合には、面記録密度を 1.6Gb/in^2 と4倍に高めても十分なS/N比が得られるので、装置を小型大容量化できる。

例3

良く洗浄された表面にテクスチャ処理が施されているNiP/Alディスク基板にDCマグネトロンスパッタ装置により、非磁性下地膜、CoCr15Pt4Ta4(at%)磁性膜、非磁性中間膜、CoCr15Pt4Ta4(at%)磁性膜、C保護膜を順次積層した。この場合、下地膜の成膜前にスパッタ室内を 3×10^{-7} Torr以下に排気し、基板温度を 280°C に加熱し、Arガスを導入してスパッタ室内を5mTorrに保持し、バイアスを 200V 印加しながら、非磁性下地膜としてCrMo20(at%)を $10 \sim 50\text{nm}$ 厚に成膜した。その上にCoCrPtTa膜のBrtを 100Gum ($20 \sim 25\text{nm}$ 厚、下地膜材料により変化)に成膜した。CoCrPtTa膜を二層に分断する中間膜として、CrMo20を選んだ。

【0068】図11にCoCrPtTa単層磁性膜の保磁力の下地膜CrMo組成依存性を示す。同図から、Mo添加量増加に伴い保磁力は増加し、 $20\text{at}\%$ 付近で最大となり、それ以上添加すると減少するが、 $30\text{at}\%$ 添加してもCr下地よりも保磁力は高い。図12には、角型の下地膜CrMo組成依存性を示す。CrMo20(at%)付近でS*は最大となる。

【0069】図13にCoCrPtTa単層磁性膜の保磁力の下地膜と磁性膜に印加したバイアス電圧依存性を示す。同図から、CrMo20では 300V 以下で無印加に比べ保磁力が高い。図14にCoCrPtTa単層磁性膜の保磁力の下地膜依存性を示す。CrMo中Mo濃度が($0 \sim 20\text{at}\%$ の範囲では)高いほど薄い下地膜で保磁力が飽和している。

【0070】図15にCoCrPtTa単層磁性膜の飽和磁化の下地膜厚依存性を示す。下地膜厚が厚いほど飽和磁化は低下する傾向がある。図16に非磁性下地膜と磁性膜のバイアスを 200V に固定し、非磁性中間膜のバイアス電圧を変化させたときの保磁力の変化を示す。同図から、非磁性中間膜へ印加するバイアス電圧を高くするに従い、保磁力が低下することがわかる。これは、非磁性中間膜へのバイアス印加により、下層の磁性膜へ中間膜材料が拡散し、下層磁性膜の磁気特性が劣化したためである。

例4

良く洗浄された表面にテクスチャ処理が施されているNiP/Alディスク基板にDCマグネトロンスパッタ装置により、非磁性下地膜、CoCr15Pt4Ta4(at%)磁性膜、C保護膜を順次積層した。この場合、下地膜の成膜前にスパッタ室内を 3×10^{-7} Torr以下に排気し、基板温度を 280°C に加熱し、Arガスを導入してスパッタ室内を5mTorrに保持し、バイアスを $0 \sim 400\text{V}$ 印加しながら、下地膜としてCr, CrMo10、およびCrMo20(at%)を $10 \sim 50\text{nm}$ 厚に成膜した。その上にCoCrTaPt膜のBrtを 100Gum (25nm 厚)に成膜した。

【0071】図17にX線回析法により測定したCrMo膜のMo組成に対する格子面間隔の変化を示す。CoCr15Pt4Ta4(at%)磁性膜の格子面間隔も併記した。同図から、Mo7at%付近でCrMo下地膜の(110)面とCoCr15Pt4Ta4磁性膜の(001)面の格子面間隔が等しくなることがわかる。さらにMo濃度を増やしていくと下地膜の格子面間隔の方が大きくなり、Mo20at%で磁性膜の格子面間隔が下地膜の格子面間隔に比べて1%程度広くなる。図11及び図12(前出)には、下地CrMo組成に対する磁性膜の磁気特性の変化を示す。同図から、保磁力はMo組成が $20\text{at}\%$ 付近でピークを持つことがわかる。角型もMo添加で向上し、 $20\text{at}\%$ 付近でピークになる。

【0072】図13(前出)には、磁気特性のバイアス電圧依存性を示す。Cr下地膜では、 $-100 \sim -300\text{V}$ のバイアス電圧を印加すると保磁力と角型比が向上する。CrMo20下地膜では、全体的にCr下地膜よりも保磁力が高く、 -200V の負バイアスで最大になる。図14及び図15(前出)ならびに図18及び図19に磁気特性の非磁性下地膜厚依存性を示す。これらの図

から、下地膜のMo濃度が高くなるほど下地膜が薄い領域から保磁力や角型が高くなることがわり、CrMo₂₀では10nm厚で飽和することがわかる。

【0073】図20には、下地CrMo組成に対する媒体S/N特性の変化を示す。CrMo₂₀(at%)で最大になっている。この結果は、磁性膜の第四元素として加えているTaをBまたはNbに置換しても同様の効果が得られる。

例5

良く洗浄された表面にテクスチャ処理が施されているNiP/Alディスク基板にDCマグネトロンスパッタ装置により、非磁性下地膜、CoCr₁₅Pt₄Ta₄(at%)磁性膜、非磁性中間膜、CoCrTaPt記録膜、C保護膜を順次積層した。この場合、下地膜の成膜前にスパッタ室内を 3×10^{-7} Torr以下に排気し、基板温度を280℃に加熱し、Arガスを導入してスパッタ室内を5mTorrに保持し、バイアスを-300V印加しながら、下地膜としてCr、CrMo₁₀、およびCrMo₂₀(at%)を10nm厚に成膜した。その上にCoCrTaPt膜のBrtを100Gum(25nm厚)に成膜した。ただし、中間に1~5nm厚の間で変化させたCrMo中間膜をはさみ、二層膜としている。この時のCrMo中間膜組成は下地膜と同じにしている。

【0074】このようにして成膜した媒体の媒体S/NのCrMo₁₀とCrMo₂₀のCrMo中間膜厚依存性を図21及び図22、媒体S/NのCrMo組成依存性を図23に示す。図21及び図22から、CrMo₁₀では中間膜厚は3nm厚で媒体S/Nが飽和し、CrMo₂₀では中間膜厚は3nm厚で最大になっていることがわかる。また、同データをCrMo組成を横軸にとった図を図23に示す。同図からCrMo₁₀at%で媒体S/Nが最高になっていることがわかる。この結果は、磁性膜の第四元素として加えているTaをBまたはNbに置換しても同様の効果が得られる。

【0075】MRヘッドと上記9.5mmφの磁気ディスクを4枚用いて面記録密度400Mb/in²、装置容量で1.5GB以上の記憶容量を有する磁気ディスク装置を作成した。従来の記録媒体を用いた装置に比べスペーシングを高くできるので、耐摺動信頼性を向上できる。また、従来と同等のスペーシングで用いる場合には、面記録密度を1.6Gb/in²と4倍に高めても十分なS/N比が得られるので、装置を小型大容量化できる。

例6

図3に断面で示したような構成を有する磁気記録媒体を作製した。すなわち、図3を参照して説明すると、図中、1はNiP-Al基板である。6はTi薄膜であり、前記NiP-Al基板上に形成されている。2は25nmの膜厚で形成したCr-Mo下地膜であり、前記Ti薄膜上に形成されている。3は27nmの厚さで形成し

たPtを含むCo合金系磁性膜である。4はC保護膜である。

【0076】図24に、下地膜と異なる2種類のCo合金系磁気記録Co₇₄Cr₁₇Pt₅Nb₂Ta₂/CrMo₁₀/TiおよびCo₇₄Cr₁₇Pt₅Nb₂Ta₂/Cr/Ti媒体の媒体面内保磁力(Hc)のTi薄膜厚依存性をそれぞれ示す。これら2種類の磁気記録媒体の成膜条件(スパッタパワー、成膜開始時基板温度、Arガス圧)は全て同じである。Ti薄膜厚が0~5nmの範囲では、Co₇₄Cr₁₇Pt₅Nb₂Ta₂/Cr/Ti媒体に比較して、Co₇₄Cr₁₇Pt₅Nb₂Ta₂/CrMo₁₀/Ti媒体の媒体面内保磁力が高いことがわかる。即ち、Co₇₄Cr₁₇Pt₅Nb₂Ta₂磁性膜では、CrよりもCrMo₁₀下地膜の方が媒体面内保磁力が発現しやすいことがわかる。これは、Co₇₄Cr₁₇Pt₅Nb₂Ta₂のようなPtを含むCo合金系磁性膜では、Crに比較して結晶格子の広いCrMo₁₀下地の方が、結晶学的に磁化容易軸が媒体面内に配向し易いためである。Cr下地中のMo濃度を20at%程度まで増大しても同様な効果が得られることを確認しており、Cr下地中に添加するMo濃度は10~20at%が望ましい。

【0077】また、図24より、Ti薄膜厚5nm超過で、両媒体ともに媒体面内保磁力は急激に減少することがわかる。図25にCo₇₄Cr₁₇Pt₅Nb₂Ta₂/CrMo₁₀/Ti媒体のXRDスペクトルがTi薄膜厚の増大に伴いどのように変化するか調べた結果を示す。Ti薄膜厚が5nm以下の場合のX線スペクトルを見ると、体心立方晶Crの(200)面および六方晶Co(110)面の回析線が顕在であることがわかる。よって、同媒体の磁化容易軸(C軸)は良く媒体面内に配向していることがわかる。一方、Ti薄膜厚が10nm以上の場合には体心立方晶Crの(110)面の回析線および六方晶Co(101)面が顕在化していることがわかる。よって、同媒体の磁化容易軸(C軸)の向きはTi薄膜厚が5nm以下の場合に比較して媒体面から立ち上がった構造を取っていることがわかる。即ち、Ti薄膜厚5nm超過における面内保磁力の減少は、下地膜の成長面の変化に起因し、それにより、磁性膜の磁化容易軸(C軸)の媒体面内配向性が低下したためである。

【0078】図26にCo₇₄Cr₁₇Pt₅Nb₂Ta₂/CrMo₁₀媒体S/NmのTi膜厚依存性を示す。Co₇₄Cr₁₇Pt₅Nb₂Ta₂/CrMo₁₀媒体では、Ti薄膜厚5nmでS/Nmは最大となることがわかる。これは、基板とCrMo₁₀下地の間に、磁性層の磁気特性(面内保磁力Hc)を劣化させない程度の厚さのTi薄膜を形成したことにより、基板表面の不均一性が改善され、その上層の粒径が均一化したためである。図26より、Ti薄膜の膜厚はS/Nmが明らかに改善される1~7nmが好ましいことがわかる。

【0079】以上の結果より、 CrMo_{10} 下地を用い、さらに該下地と磁気記録媒体用基板との間にTi薄膜を、磁性層の磁気特性を劣化させない程度の厚さ（1～7nm）で形成することにより、面内保磁力の高い、S/Nの良い高密度記録に適したCo合金系媒体を作製することができる。上述の実施例の説明は $\text{Co}_{74}\text{Cr}_{17}\text{Pt}_5\text{Nb}_2\text{Ta}_2/\text{CrMo}_{10}/\text{Ti}$ 媒体を例に出して説明したが、 CrMo_{10} 下地とTi薄膜の組み合わせにより、 $\text{Co}_{74}\text{Cr}_{17}\text{Pt}_5\text{Nb}_4/\text{CrMo}_{10}/\text{Ti}$ および $\text{Co}_{74}\text{Cr}_{17}\text{Pt}_5\text{Ta}_4/\text{CrMo}_{10}/\text{Ti}$ 媒体でも同様な効果が得られることも確認している。

例7

本発明の磁気記録媒体を使用した磁気ディスク装置

図29は、本発明の磁気ディスク装置の1実施例を示す断面図、そして図30は、図29中の磁気抵抗効果素子部及び導体層を示す斜視図である。図29は、先に参照して説明した図34と対応する。本例と図34の構成との相違点は、導体層31部分の構成及びこれに付随した構成にある。即ち、本例では、導体層31の膜厚が、磁気抵抗効果素子部30Aの近傍部分31Aで薄く形成され（例えば1200Å以下。薄いほど良い）、他の部分31Bで厚く形成されている（例えば3000～4000Å若しくは磁気抵抗効果素子部30Aの近傍部分31Aの2～4倍）。

【0080】導体層31の磁気抵抗効果素子部30Aの近傍以外の部分31Bを厚く形成するには、導体層31を成膜により多層化することが有効である。本例では、図30に示したように、2層で形成した導体層31を用いており、まず第1層31-1（例えば膜厚1200Å以下）を形成し、次に、第1層31-1の31B部分にだけ、第2層31-2（例えば膜厚1800～2200Å）を積層形成している。

【0081】本例での情報の記録／再生動作は、従来のものと全く同様である。即ち、磁気記録媒体への情報の記録を行う場合は、記録ヘッド部のコイルに電流を流し、磁極21、22に磁束を生じさせる。これにより、磁極21、22の記録ギャップ部分にて漏れ磁束が生じ、磁気記録媒体に情報の記録が行われる。一方、磁気記録媒体からの情報の読み出しは、磁気記録媒体から外部磁界が印加された場合と印加されない場合において磁気抵抗素子部30Aの電気抵抗に相違があることを利用して行う。具体的には、磁気抵抗素子部30Aでの抵抗変化を導体層35、36を介して検出し、磁気ヘッドが再生信号として出力する。

【0082】本例では、導体層31の膜厚が、磁気抵抗効果素子部30Aの近傍部分31Aで薄くなっているため、下部磁極（上部シールド層）21等の湾曲が小さくなっている。このため、磁気記録媒体に対向する記録ギャップの形状もあまり湾曲せず、情報の記録時における

磁気ヘッドのトラック上の位置と読み出し時における磁気ヘッドのトラック上の位置に多少ずれがあっても、磁気ディスク装置は正確に情報を読み出すことができ、オフトラック量が小さいにもかかわらず読み出しの誤差が生じるという事態を避けることができる。

【0083】又、導体層31の膜厚が、磁気抵抗効果素子部30Aの近傍以外の部分31Bでは厚く且つ幅広に形成されているため、導体層31の抵抗を全体として小さくすることもできる。ちなみに、従来10Ω程度であった抵抗を7～8Ω程度に低下させることは容易である。その結果、磁気抵抗素子部30Aの抵抗変化を高感度で検出することが可能になり、S/N比も向上する。又、導体層31での発熱も避けることができ、発熱に起因したノイズの発生も防げる。

【0084】尚、上記例では、磁気抵抗効果素子部30Aの近傍以外の部分31Bでは導体層31を厚く且つ幅広に形成したが、厚くするだけでもよい。又、導体層31の接続位置はセンス電流を所定の方向に流せるものであればよく、図30の位置に限る必要はない。上記磁気ヘッドはセラミック製ヘッド基板上に薄膜技術を用いて多数形成される。その後、ヘッド基板をヘッド毎に切り出し所定の形状に加工することにより、図31に示す磁気ヘッド付きのスライダが得られる。図31において、スライダ40の磁気記録媒体に対向する面には、該磁気記録媒体の回転によって生じる空気流の方向に沿った浮上力発生用レール41、42が設けられている。このレール41、42の浮上面の空気流入側部分には、傾斜面41a、42aが形成されている。そして、スライダ40におけるレール42の後端面に、図29に示した磁気ヘッド45が形成されている。

【0085】磁気ディスク装置に関する本例は、図31の磁気ヘッド及びスライダを用いて構成される。以下、磁気ディスク装置に関する本例について説明する。図32は図31の磁気ヘッド付きスライダを用いた磁気ディスク装置の平面図（カバーを除いた状態）、図33は図32におけるA-A断面図である。これらの図において、50はベースプレート51上に設けられたスピンドルモータ52によって回転駆動される磁気記録媒体としての複数枚（本実施例では3枚）の磁気ディスクである。

【0086】53はベースプレート51上に回転可能に設けられたアクチュエータである。このアクチュエータ53の一方の回転端部には、磁気ディスク50の記録面方向に延出する複数のヘッドアーム54が形成されている。このヘッドアーム54の回転端部には、スプリングアーム55が取り付けられ、更に、このスプリングアーム55のフレクシャ一部に前述のスライダ40が図示しない絶縁膜を介して傾動可能に取り付けられている。一方、アクチュエータ53の他方の回転端部には、コイル57が設けられている。

【0087】ベースプレート51上には、マグネット及びヨークで構成された磁気回路58が設けられ、この磁気回路58の磁気ギャップ内に、上記コイル57が配置されている。そして、磁気回路58とコイル57とでムービングコイル型のリニアモータ（VCM：ボイスコイルモータ）が構成されている。そして、これらベースプレート51の上部はカバー59で覆われている。

【0088】次に、上記構成の磁気ディスク装置の作動を説明する。磁気ディスク50が停止している時には、スライダ40は磁気ディスク50の退避ゾーンに接触し停止している。次に、磁気ディスク50がスピンドルモータ52によって、高速で回転駆動されると、この磁気ディスク50の回転による発生する空気流によって、スライダ40は微小間隔をもってディスク面から浮上する。この状態でコイル57に電流を流すと、コイル57には推力が発生し、アクチュエータ53が回転する。これにより、ヘッド（スライダ40）を磁気ディスク50の所望のトラック上に移動させ、データのリード／ライトを行なうことができる。

【0089】この磁気ディスク装置では、磁気ヘッドの導体層として、磁気抵抗効果素子部の近傍部分を薄く形成し他の部分を厚く形成したものをを用いているため、記録ヘッド部の磁極の湾曲を小さくすると共に導体層の抵抗を下げ、オフトラックが小さい範囲であれば正確に且つ高感度に情報を読み出すことができる。

【0090】

【発明の効果】以上の説明から理解されるように、本発明によれば、従来の磁気記録媒体に比較して媒体S/Nを向上させることができ、従来装置に較べて高密度磁気ディスク装置を実現できる。また、基板とその上方の下地層、特にCrMo下地層の中間にTi薄膜を介在させることにより、面内保磁力及びS/Nmの高い高密度記録に適した磁気記録媒体を作製することができる。本発明のその他の効果は、先の説明から容易に理解できるであろう。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による磁気記録媒体の好ましい1例を示す断面図である。

【図2】本発明による磁気記録媒体のもう1つの好ましい例を示す断面図である。

【図3】本発明による磁気記録媒体のさらにもう1つの好ましい例を示す断面図である。

【図4】本発明による磁気記録媒体のさらにもう1つの好ましい例を示す断面図である。

【図5】磁気記録媒体の飽和磁化のPt組成依存性を示すグラフである。

【図6】磁気記録媒体の保磁力のTa組成依存性を示すグラフである。

【図7】磁気記録媒体の保磁力のCr組成依存性を示すグラフである。

【図8】バルクと薄膜のCoCrの飽和磁化のCr組成依存性を示すグラフである。

【図9】媒体S/Nのバイアス電圧依存性を示すグラフである。

【図10】媒体S/Nの下地Cr膜厚依存性を示すグラフである。

【図11】磁気記録媒体の保磁力の下地CrMo組成依存性を示すグラフである。

【図12】磁気記録媒体の角型比の下地CrMo組成依存性を示すグラフである。

【図13】磁気記録媒体の磁気特性のバイアス電圧依存性を示すグラフである。

【図14】磁気記録媒体の保磁力の下地膜厚依存性を示すグラフである。

【図15】磁気記録媒体の飽和磁化の下地膜厚依存性を示すグラフである。

【図16】多層膜の中間層印加バイアス依存性を示すグラフである。

【図17】CrMo下地（110）面間隔のMo濃度依存性を示すグラフである。

【図18】磁気記録媒体の角型比の下地膜厚依存性を示すグラフである。

【図19】磁気記録媒体の角型比の下地膜厚依存性を示すグラフである。

【図20】単層膜の媒体S/Nの下地CrMo組成依存性を示すグラフである。

【図21】多層膜の媒体S/NのCrMo中間層厚依存性を示すグラフである。

【図22】多層膜の媒体S/NのCrMo中間層厚依存性を示すグラフである。

【図23】多層膜の媒体S/NのCrMo組成依存性を示すグラフである。

【図24】磁気記録媒体の保磁力のTi厚依存性を示すグラフである。

【図25】磁気記録媒体のXRDスペクトルのTi厚依存性を示すグラフである。

【図26】磁気記録媒体のS/NmのTi厚依存性を示すグラフである。

【図27】本発明の磁気ディスク装置の原理を示す断面図である。

【図28】図27の磁気ディスク装置の線分B-Bにそった断面図である。

【図29】本発明の磁気ディスク装置の好ましい1例を示す断面図である。

【図30】本発明の磁気ディスク装置の磁気抵抗素子部と導体層を示す断面図である。

【図31】磁気ヘッド付きスライダを説明した斜視図である。

【図32】図31に示した磁気ヘッド付きスライダを用いた磁気ディスク装置の平面図である。

【図33】図32に示した磁気ディスク装置の線分A-Aにそった断面図である。

【図34】従来の磁気ディスク装置において用いられた複合型磁気ヘッドの記録ギャップ近傍の積層構造を示した断面図である。

【符号の説明】

- 1…非磁性支持体
- 2…下地層
- 3…磁気記録膜
- 3a…磁性層
- 3b…磁性層
- 4…保護膜
- 5…非磁性中間膜
- 6…追加下地層
- 11…記録ヘッド部

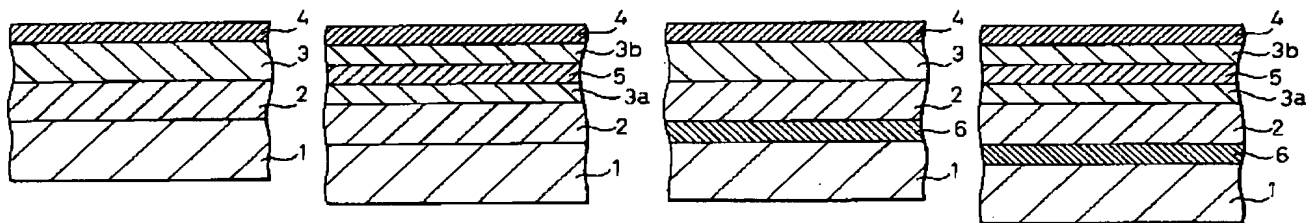
- 12…再生ヘッド部
- 13…下部磁極
- 14…上部磁極
- 15…コイル
- 16…導体層
- 21…磁極（上部シールド層）
- 22…上部磁極
- 24…絶縁層
- 25…ヘッド基板
- 26…絶縁層
- 27…下部シールド層
- 28…絶縁層
- 31…導体層
- 32…絶縁層
- 33…保護層

【図1】

【図2】

【図3】

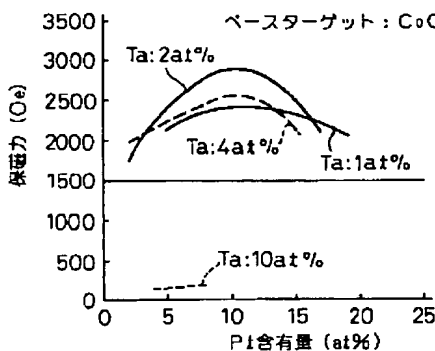
【図4】



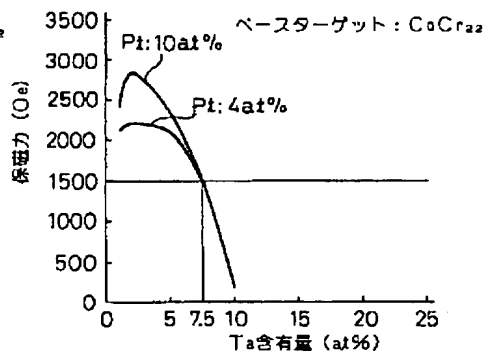
【図5】

【図6】

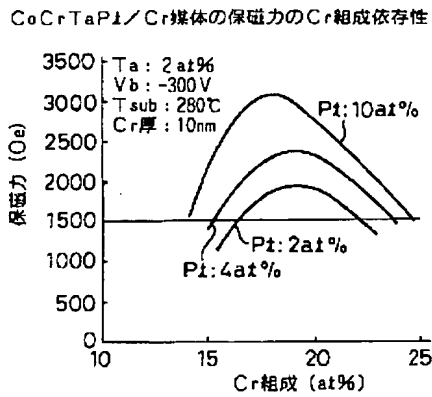
CoCrTaPt/Cr媒体の飽和磁化のPt組成依存性



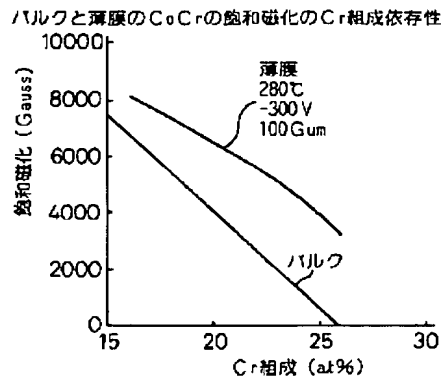
CoCrTaPt/Cr媒体の保磁力のTa組成依存性



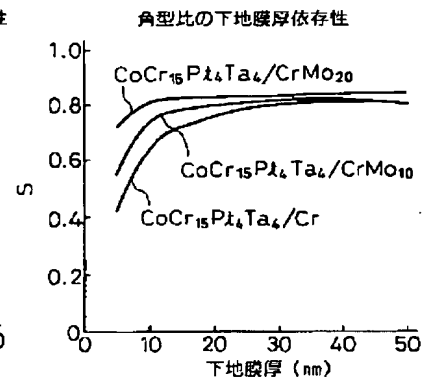
【図 7】



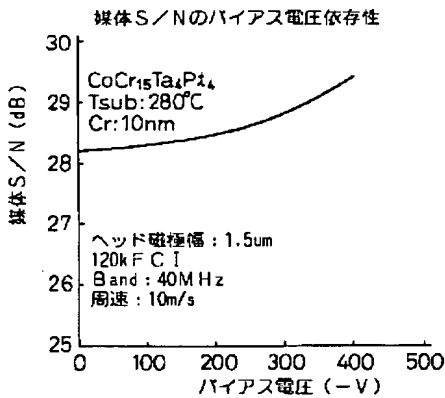
【図 8】



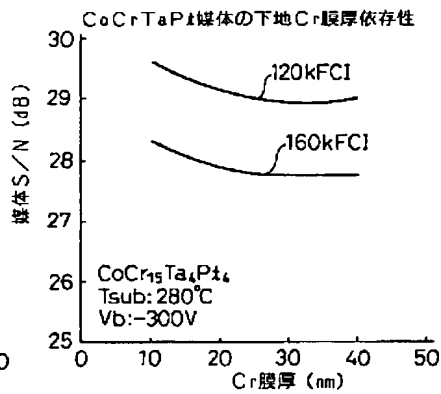
【図 18】



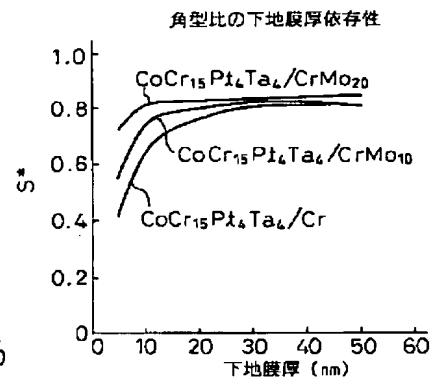
【図 9】



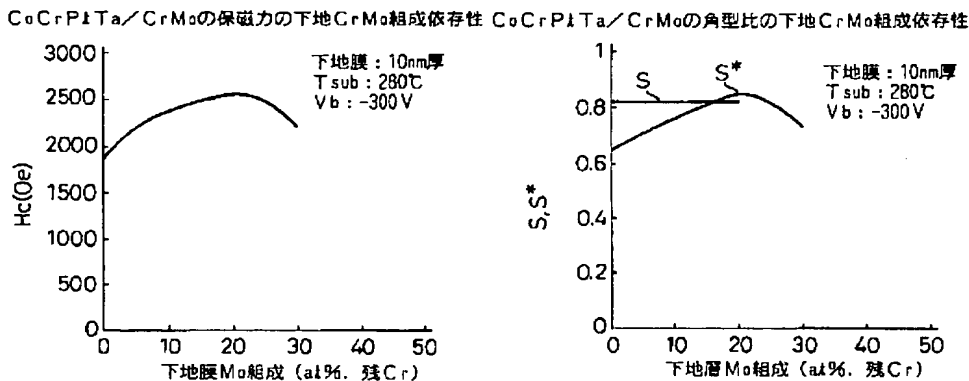
【図 10】



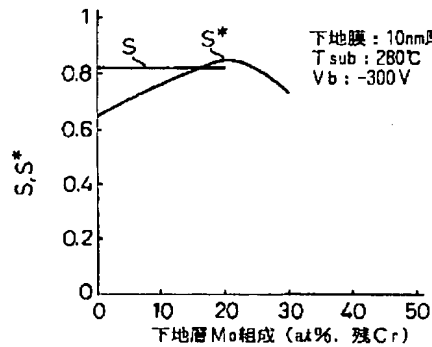
【図 19】



【図 11】

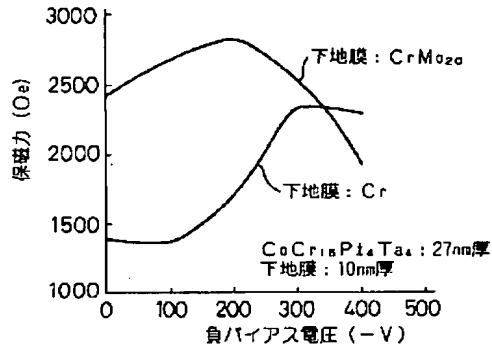


【図 12】



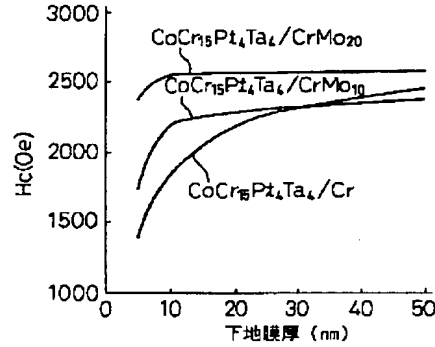
【図13】

CoCrPtTa/Cr (Mo) の磁気特性のバイアス電圧依存性

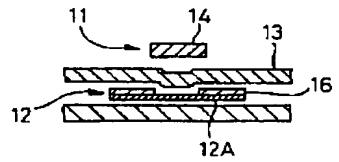


【図14】

保磁力の下地膜厚依存性

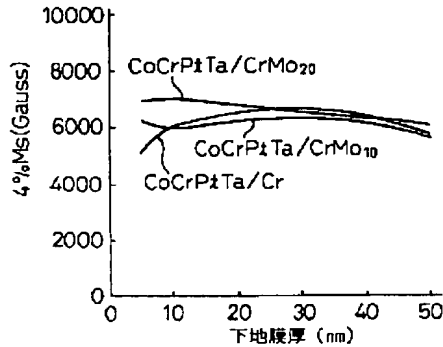


【図28】



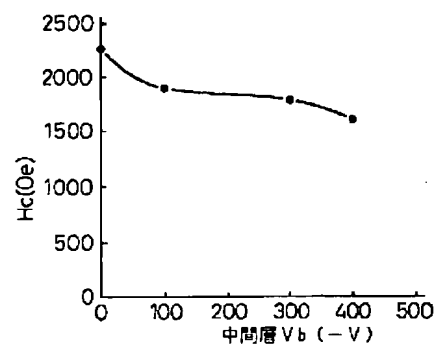
【図15】

飽和磁化の下地膜厚依存性



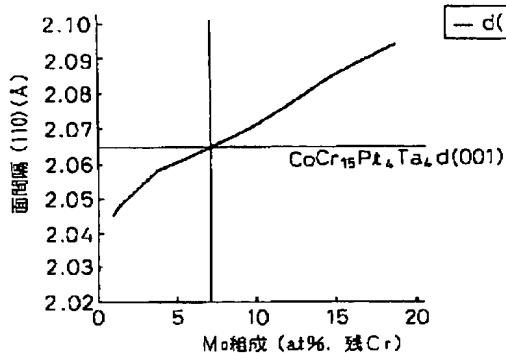
【図16】

CCPT/CrMo多層膜の中間層印加バイアス依存性



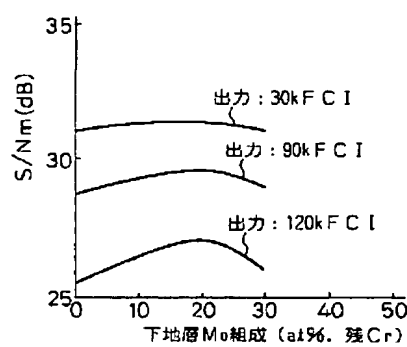
【図17】

CrMo下地(110)面間隔のMo濃度依存性

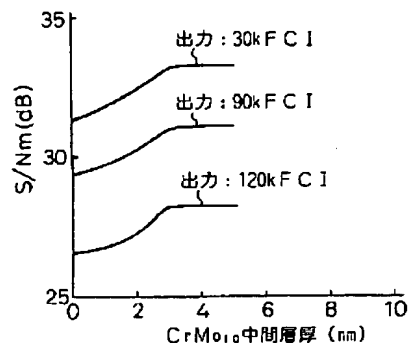


【図20】

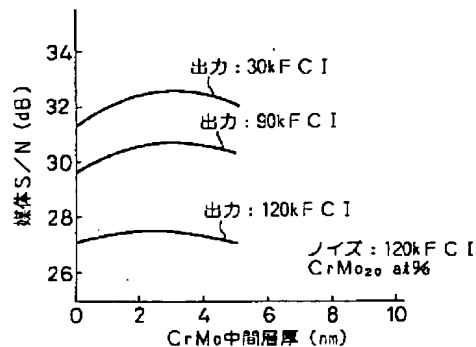
CCPT15-4-4半層膜の媒体S/Nの下地CrMo組成依存性



【図21】

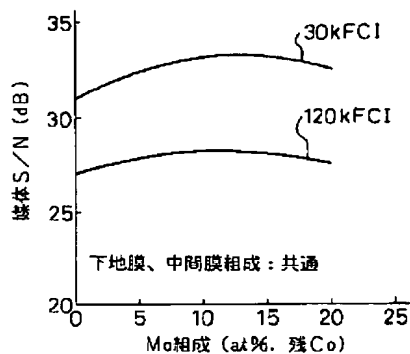
CCPT15-4-4の媒体S/NのCrMo₂₀中間膜厚依存性

【図22】

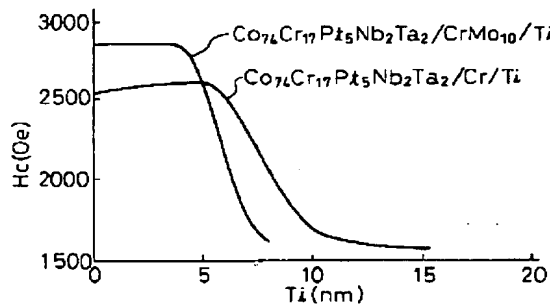
媒体S/NのCrMo₂₀中間膜厚依存性

【図23】

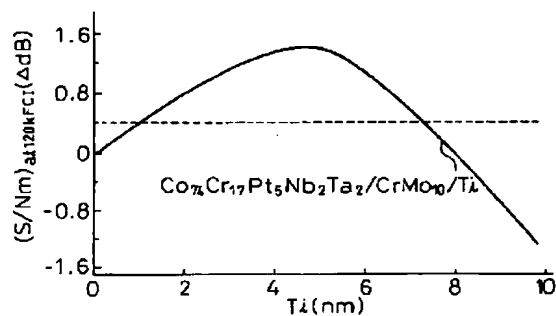
CoCrPtTa多層膜/Cr(Mo)の媒体S/NのCrMo組成依存性



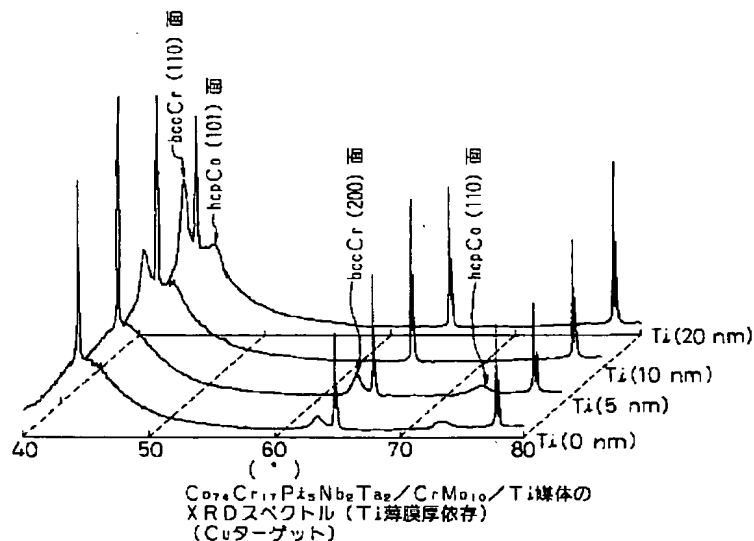
【図24】

Co₇₄Cr₁₇Pt₅Nb₂Ta₂/CrMo₁₀/Ti媒体
保磁力(Hc)のTi厚依存性

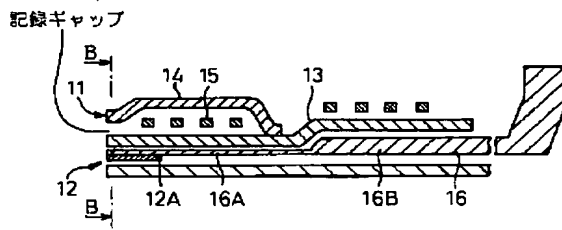
【図26】

Co₇₄Cr₁₇Pt₅Nb₂Ta₂/CrMo₁₀/Ti媒体
S/NのTi厚依存性
(Ti厚0nmを基準としたΔS/N)

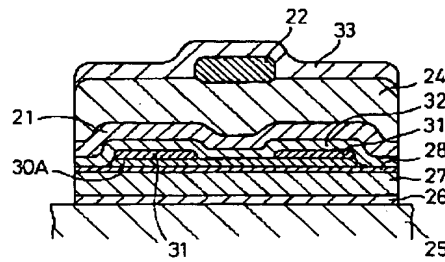
【図25】



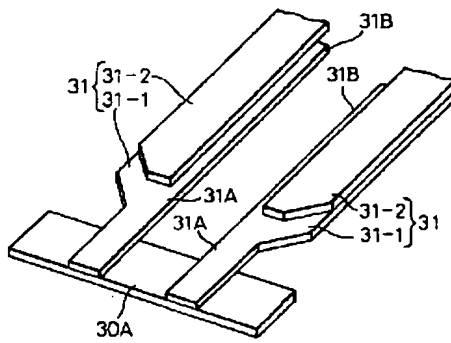
【図 27】



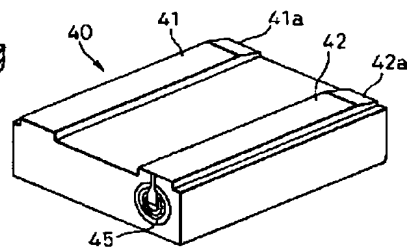
【図 29】



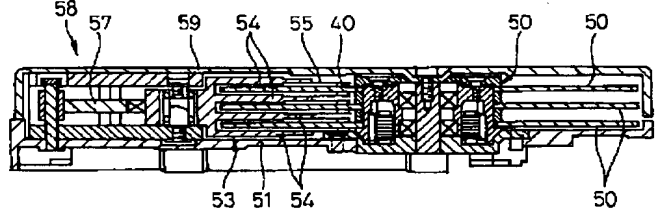
【図 30】



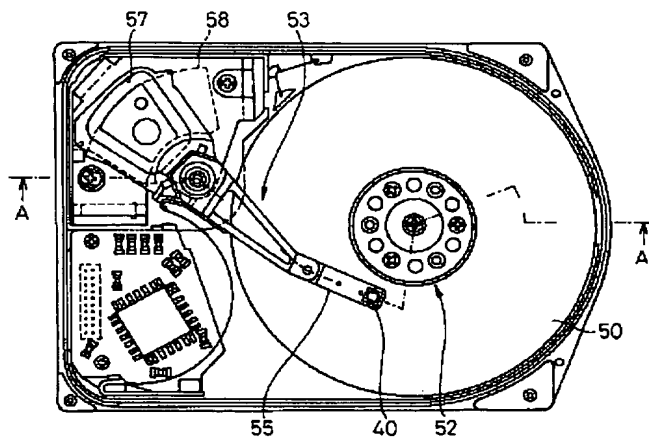
【図 31】



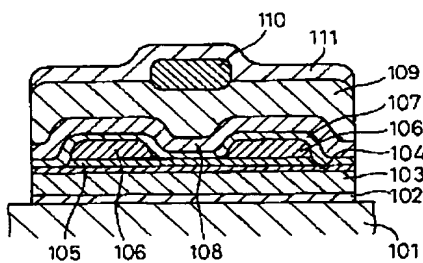
【図 33】



【図 32】



【図 34】



フロントページの続き

(72) 発明者 岡本 巖
神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番
1 号 富士通株式会社内

(72) 発明者 篠原 正喜
神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番
1 号 富士通株式会社内